

Adelgazamiento de la corteza en el margen septentrional del Golfo de Cádiz

T. Medialdea¹, D. Córdoba², R. Vegas³ y J.J. Dañobeitia⁴

¹ Instituto Geológico y Minero de España, Serv. Geología Marina, Ríos Rosas 23, Madrid. t.medialdea@igme.es

² Dpto. de Geofísica, Universidad Complutense, Madrid.

³ Dpto. de Geodinámica, Fac. C. Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid.

⁴ Centre Mediterrani d'Investigacions Marines i Ambientals, Unidad de Tecnología Marina (CSIC), Barcelona.

ABSTRACT

Refraction/wide angle seismic profiles acquired in 2000 during the Parsifal cruise across the South-portuguese Zone, the Algarve Basin and the South Iberian continental margin have allowed us to determine the crustal structure west of the Bank of Guadalquivir, which has been constrained by gravity modelling. According to the crustal model obtained, a crustal thinning of 11 km takes place from the shoreline to the Guadalquivir Bank area, where enhanced crustal attenuation has been found. Under the sedimentary cover, the velocity structure consists of a wedge-shaped upper crust with velocities between 5.8 and 5.9 km/s, characterised by a pronounced thickness variation. In the middle-lower crust, velocity increases from 6 to 7 km/s.

Key words: Golfo de Cádiz, crustal structure, Bank of Guadalquivir.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El Golfo de Cádiz se sitúa en el límite de placas Eurasia-Africa, y su estructura actual registra los episodios relacionados con la apertura del océano Atlántico central y septentrional, los movimientos de convergencia de la placa europea y africana y la deriva hacia el O del Dominio de Alborán (Maldonado *et al.*, 1999; Vázquez y Vegas, 2000).

El margen continental septentrional del Golfo de Cádiz, de dirección general E-O, se caracteriza por un talud superior de carácter abrupto y un talud medio que consiste en una plataforma marginal, cuyo límite externo está definido por la presencia de una elevación del basamento. Esta elevación, situada frente a Faro, a unos 80-100 km de la costa, y a una profundidad de unos 1200-1300 m, constituye el borde meridional de la cuenca del Algarve en el margen continental. El relleno sedimentario de la Cuenca del Algarve se extiende desde el Triásico superior al Cuaternario (Terrinha, 1998) y yace sobre un basamento constituido por materiales devónicos y carboníferos aflorantes en el continente en la Zona Surportuguesa del Macizo Hespérico. Dentro de este bloque elevado del basamento, en el mapa batimétrico y en los perfiles sísmicos de multicanal se diferencian tres relieves principales, que han sido denominados (Fig. 1): Alto de Portimao, Alto de Albufeira y Banco de Guadalquivir. Los dos primeros aparecen cubiertos por sedimentos neógeno-cuaternarios, constituyendo el Banco de Guadalquivir el único afloramiento del basamento varisco existente en el margen.

El gran interés suscitado por este conjunto de rasgos que caracterizan esta zona del talud ha promovido estos últimos años el desarrollo de numerosos estudios de sísmica de reflexión y refracción/reflexión de gran ángulo, gravimetría y magnetismo. Los resultados obtenidos al oeste del Banco del Guadalquivir, en el marco del proyecto IAM (Iberian Atlantic Margins), muestran la existencia de una corteza continental de unos 30 km de espesor en la Zona Surportuguesa, que progresivamente se adelgaza hasta alcanzar unos 22-23 km en la parte central del Golfo de Cádiz (González-Fernández *et al.*, 2001). Recientemente se ha realizado también, el perfil sísmico profundo de reflexión Iberseis, que ha permitido obtener una imagen de la arquitectura de la corteza en la zona continental a través de la Zona Surportuguesa y Ossa Morena (Simancas *et al.*, 2003), y cuyo segmento meridional se extiende prácticamente hasta la costa. Finalmente los estudios de gravimetría y magnetismo han puesto de manifiesto en el margen suribérico, una anomalía positiva de gravedad de 140 mGal de dirección NE-SO que se extiende entre el meridiano 7° y 8° 50' O y a una anomalía magnética de 300 nT, de dirección E-O (Dañobeitia *et al.*, 1999; Catalán *et al.*, 2000).

Con este trabajo se pretende ampliar el conocimiento y caracterización de la estructura de la corteza en el sector del margen correspondiente a la prolongación oriental del Banco del Guadalquivir, mediante el análisis de nuevos perfiles de sísmica de reflexión de gran ángulo/refracción y su modelización gravimétrica (perfiles Parsifal-3 y Parsifal-5, figura 1). Los perfiles siguen una dirección NO-SE y NNO-

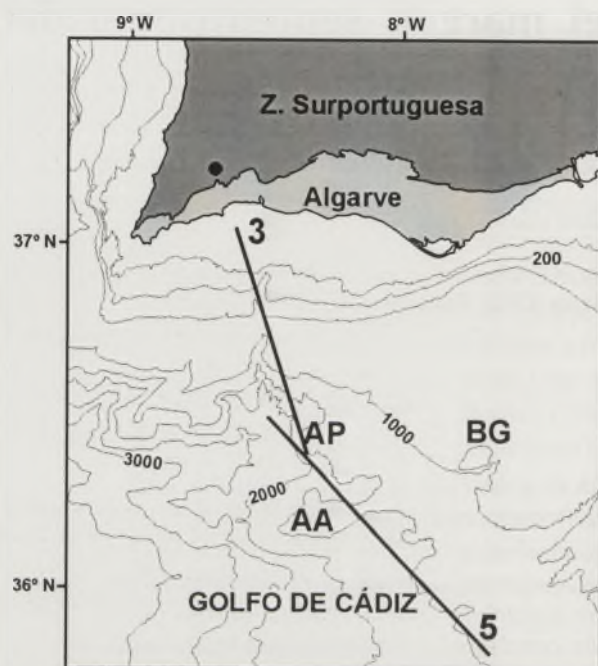


FIGURA 1. Situación de los perfiles Parsifal-3 y Parsifal-5. BG: Banco de Guadalquivir; AP: Alto de Portimao; AA: Alto de Albufeira.

SSE y cruzan la Zona Surportuguesa y la Cuenca del Algarve, prolongándose a lo largo del margen continental hasta el talud medio, donde cortan los altos de Portimao y Albufeira y finalizan en las Unidades Alóctonas del Golfo de Cádiz (la denominada "unidad olistostromica").

METODOLOGÍA

La adquisición de perfiles sísmicos de refracción/reflexión de gran ángulo se llevó a cabo durante la campaña "Parsifal", realizada a bordo del B.O. "Hesperides" en el 2000, en el marco del Proyecto PARSIFAL. Los datos sísmicos se obtuvieron mediante un *array* de 7 cañones de aire de 1,755 y 2,580 in³ de capacidad con un intervalo de disparo fue de 90 s y estaciones sísmicas portátiles desplegadas en tierra (PDAS-100).

La modelización de los datos sísmicos se ha llevado a cabo por el método del trazado de rayos y cálculo de sismogramas sintéticos, ajustando así los tiempos de llegada y las amplitudes teóricas y experimentales. De esta forma, se ha obtenido un modelo de variaciones de la velocidad de las ondas P con la profundidad en dos dimensiones. Con el fin de corroborar los modelos obtenidos con los perfiles sísmicos, se ha calculado la anomalía gravimétrica correspondiente y se ha comparado con la anomalía de aire libre observada.

RESULTADOS

Las correlaciones de los tiempos de llegada realizadas en los ensamblajes corresponden a refracciones en el basa-

mento, así como a reflexiones en la corteza superior e inferior y en la base de la corteza. Se han correlacionado llegadas de energía sólo hasta unos 135 km de la estación instalada en tierra, debido a una baja relación señal-ruido en los sismogramas más allá de esta distancia. La degradación de la señal, se produce en las proximidades del frente de la Unidad Alóctona del Golfo de Cádiz ("unidad olistostromica"), por lo que esta atenuación puede atribuirse a los materiales que forman esta unidad, de gran potencia y carácter caótico.

Los modelos obtenidos muestran una cobertera sedimentaria caracterizada por una velocidad media de 3.8 km/s, constituida por los sedimentos mesozoico-cuaternarios de la Cuenca del Algarve y en el extremo meridional del perfil, fundamentalmente por las Unidades Alóctonas de Cádiz, que presenta una velocidad de 2.75 km/s (Fig. 2). Bajo la cobertera sedimentaria, el basamento se caracteriza por una velocidad de 5.8 a 5.9 km/s. Su rasgo más notable es la disminución de espesor que experimenta (7.5 km en unos 100 km de longitud), desde el continente (14 km) hacia el margen continental, bajo el Alto de Albufeira (7.5 km).

Bajo el basamento, se ha diferenciado una nueva capa con un pequeño gradiente de velocidad: 6-6.1 km/s, cuya base se localiza entre 21 km en el continente y unos 11.6 km en la parte terminal del perfil. En la corteza media-inferior la velocidad de propagación de las ondas aumenta desde 6.2 km a 7 km/s, con una discontinuidad intermedia que representa un salto de velocidad de 6.4 km/s a 6.8 km/s. Su espesor es bastante constante: 11 km.

En conjunto, los modelos calculados indican una corteza continental de aproximadamente 32 km de espesor en la Zona Surportuguesa, cerca de la Cuenca del Algarve, que sufre un adelgazamiento de unos 11 km desde el continente hasta el final del perfil (21 km). Este adelgazamiento se produce fundamentalmente en el talud medio y talud superior, bajo el alto de Portimao y se correlaciona con una anomalía gravimétrica de gran longitud de onda de dirección NE-SO. Este modelo ha sido confirmado mediante el modelo gravimétrico obtenido.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En el modelo de estructura de la corteza obtenido destacan tres rasgos: la uniformidad en la estructura de velocidades de la corteza desde la Zona Surportuguesa hasta el talud medio, la capa correspondiente al basamento, que adopta una forma de cuña que se adelgaza hasta prácticamente desaparecer al sur del Alto de Albufeira y el fuerte adelgazamiento de la corteza.

La capa correspondiente al basamento varisco está formada por materiales pertenecientes a la Zona Surportuguesa, cuya estructura consiste en un cinturón de pliegues y cabalgamientos imbricados vergentes hacia el sur, y que yace sobre una corteza precámbrica (Simancas *et al.*, 2003). El despegue basal de este cinturón se localizaría a unos 10

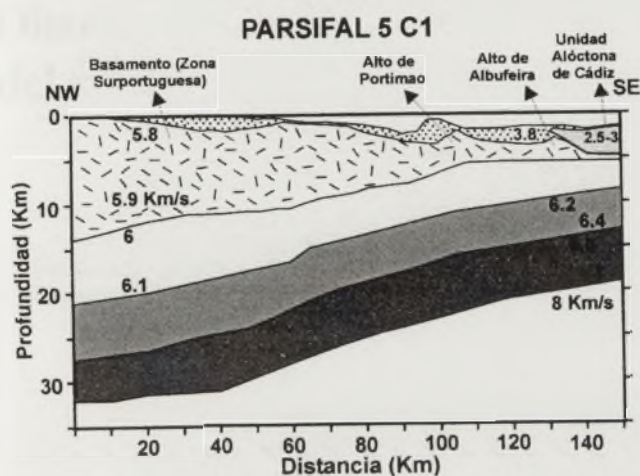


FIGURA 2. Modelo de estructura de la corteza.

km de profundidad según Ribeiro *et al.* (1983), y entre 10 y 15 km según Quesada (1998), profundidad análoga a la determinada (entre 12 y 15 km) por el perfil de sismica de reflexión profunda Iberseis (Simancas *et al.*, 2003). Por tanto, podríamos relacionar la base de esta capa, de carácter poco reflectivo, con el despegue basal de la Zona Surportuguesa. Respecto a los resultados presentados por otros autores (Dañoibeitia *et al.*, 1999; González-Fernández *et al.*, 2001), debe indicarse que, una de las principales diferencias, estriba en que no ha sido necesario introducir ningún cuerpo intrusivo de velocidad anómala en la corteza superior, bajo el Alto de Albufeira, para justificar los modelos sísmico y gravimétrico.

En cuanto al adelgazamiento de la corteza, podemos decir que está determinado fundamentalmente por la corteza superior (basamento varisco). Este adelgazamiento, especialmente bajo el Alto de Portimao y Albufeira, sugiere una elevación notable y subsecuente erosión en esta zona, acompañado de un adelgazamiento de la corteza superior. Esta atenuación de la corteza superior se contrapone a lo observado en otras zonas del Golfo de Cádiz (frente a cabo San Vicente), donde el adelgazamiento de la corteza tiene lugar fundamentalmente en la corteza inferior (González *et al.*, 1996) y a lo largo de mayores distancias.

Podemos concluir por tanto que, la interpretación de los perfiles de sismica de refracción obtenidos en la campaña Parsifal aporta nuevos datos para el conocimiento de la estructura cortical al oeste del Banco del Guadalquivir. Los modelos de corteza obtenidos en el sector septentrional del Golfo de Cádiz son consecuencia de la evolución de un margen continental controlado por un movimiento transcurrente en relación con la apertura del Atlántico central y septentrional, seguido de una convergencia desde el Eoceno medio hasta la actualidad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto Parsifal (MAR98-1837-CE). Agradecemos a todos los participantes en la campaña Parsifal su trabajo durante la adquisición de los datos.

REFERENCIAS

- Catalán, M., Maestro, A., Somoza, L., Martín, J., Vázquez, J.T. y Medialdea, T. (2000): Geomagnetic anomaly analysis of the Guadalquivir Bank and Olistostromic unit in the Gulf of Cadiz. En: *3rd Symposium on the Iberian Atlantic Margin*, Faro, Portugal, 393-394.
- Dañoibeitia, J.J.; Bartolomé, R., Checa, A., Maldonado, A. y Slootweg, A.P. (1999): An interpretation of a prominent magnetic anomaly near the boundary between the Eurasian and African plates (Gulf of Cadiz, SW margin of Iberia). *Marine Geology*, 155:45-62.
- González, A., Torné, M., Córdoba, D.; Vidal, N., Matias, L.M. y Díaz, J. (1996): Crustal thinning in the South-western Iberia Margin. *Geophysical Research Letters*, 23 (18): 2477-2480.
- González-Fernández, A., Córdoba, D., Matias, L.M. y Torné, M. (2001): Seismic crustal structure in the Gulf of Cadiz (SW Iberian Peninsula). *Marine geophysical Researches*, 22: 207-223.
- Maldonado, A., Somoza, L. y Pallarés, L. (1999): The Betic orogen and the Iberian-African boundary in the Gulf of Cadiz: geological evolution (central North Atlantic). *Marine Geology*, 155: 9-43.
- Quesada, C. (1998): A reappraisal of the structure of the Spanish segment of the Iberian Pyrite Belt. *Mineralium Deposita*, 33: 31-44.
- Ribeiro, A., Oliveira, J.T. y Silva, J.B. (1983): La estructura de la Zona Sur Portuguesa. En: *Geología de España*. Instituto Geológico y Minero de España, 1: 504-511.
- Simancas J.F, Carbonell R., González Lodeiro F., Pérez Estaún A., Juhlin C., Ayarza P., Kashubin A., Azor A., Martínez Poyatos D., Almodóvar G.R., Pascual E., Sáez, R. y Expósito L. (2003): Crustal structure of the transpressional Variscan orogen of SW Iberia: SW Iberia deep seismic reflection profile (IBERSEIS), *Tectonics*, 22 (6), doi: 1062, 10.1029/2002TC001479.
- Terrinha, P. (1998): *Structural geology and tectonic evolution of the Algarve Basin*. Ph.D., Imperial College, University of London, 425 p.
- Vázquez, J.T. y Vegas, R. (2000): Estilos diferentes de deformación en el límite de placas entre África y Eurasia, desde el Arco de la Herradura al Mar de Alborán. En: *2º Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica*, S03-19.